

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-277163
 (43)Date of publication of application : 09.10.2001

(51)Int.Cl.

B25J 9/22
 B25J 5/00
 B25J 13/00
 G05B 13/02
 G05B 19/4155
 G06N 3/00

(21)Application number : 2000-100795
 (22)Date of filing : 03.04.2000

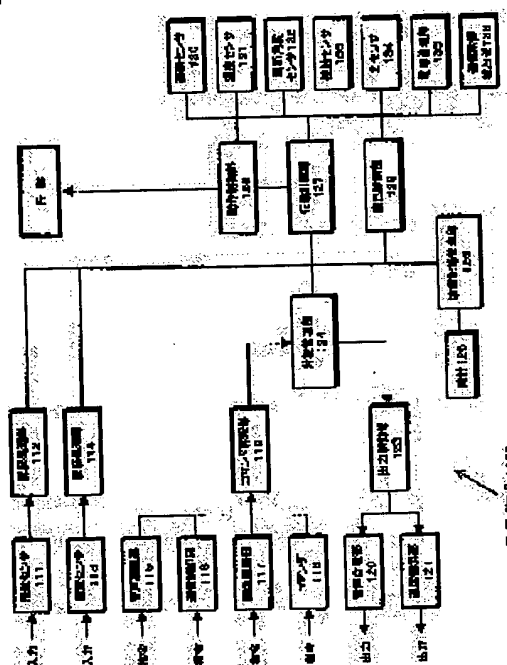
(71)Applicant : SONY CORP
 (72)Inventor : KUROKI YOSHIHIRO
 ISHIDA KENZO

(54) DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING ROBOT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To investigate a cause even if abnormality or a failure occurs or a trouble happens during 'interactive driving' or 'autonomous driving'.

SOLUTION: A user for providing a command to a robot can be certified. The face and voice of the user that cannot be certified or information on the other living body's characteristic is extracted. Command content provided from the user is recorded together with an action of the robot in response to the command or an execution time of the action. An internal state of the robot and sensor input information may be recorded. In the future, the recorded contents are analyzed to investigate a cause of abnormality or a failure, or a trouble occurring for the robot.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-277163
(P2001-277163A)

(43) 公開日 平成13年10月9日 (2001.10.9)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
B 2 5 J	9/22	B 2 5 J	9/22
	5/00		5/00
	13/00		13/00
G 0 5 B	13/02	G 0 5 B	13/02
	19/4155		19/4155
			V

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-100795 (P2000-100795)

(22) 出願日 平成12年4月3日 (2000.4.3)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 黒木 義博

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 石田 健蔵

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100101801

弁理士 山田 英治 (外2名)

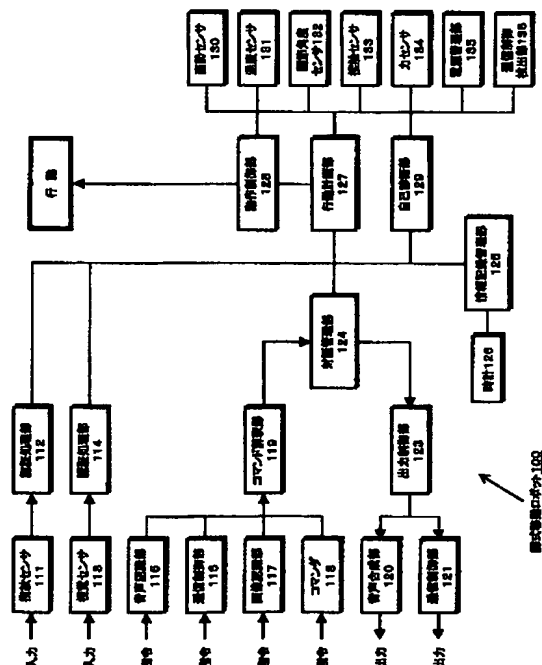
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボットの制御装置及び制御方法

(57) 【要約】

【課題】 「対話駆動」又は「自律駆動」を行う期間中に異常や故障が発生したりトラブルに巻き込まれた場合であってもその原因を究明することができる。

【解決手段】 ロボットに指令を与えるユーザを認証することができる。あるいは認証できないユーザの顔や声あるいはその他の生体上の特徴情報を抽出する。さらに、ユーザから与えられた指令の内容と、ロボットが指令に応じて取った行動や行動の実行時刻とを組み合わせ記録する。その他、ロボットの内部状態やセンサ入力情報を併せて記録してもよい。後日、記録内容を解析することによって、ロボットに起こった異常や故障、トラブルの原因を究明することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の関節アクチュエータで構成され、行動計画に従って動作するタイプのロボットの制御装置であって、

前記ロボットの行動計画を立てる行動計画部と、

前記行動計画部により決定された行動計画に対応する動作パターンを各関節アクチュエータの駆動により実現する動作制御部と、

前記動作制御部による動作実現状況を検出する検出部と、

前記行動計画部による行動計画と前記検出部による動作実現状況を含むログを記録する記録部と、を具備することを特徴とするロボットの制御装置。

【請求項2】さらに、ユーザからのコマンド又はデータを受容するユーザ入力部と、前記ユーザ入力部を介したユーザ入力コマンド又はデータに基づくユーザとの対話を管理する対話管理部とを含み、

前記行動計画部は、前記対話管理部における対話内容に従って行動計画を立てるとともに、前記記録部は対話内容のログをとることを特徴とする請求項1に記載のロボットの制御装置。

【請求項3】さらに、前記ロボットの各部を診断する自己診断部を含み、

前記記録部は自己診断結果のログをとることを特徴とする請求項1に記載のロボットの制御装置。

【請求項4】さらに、前記ロボット周辺に居るユーザを認証処理するユーザ認証部を含み、

前記記録部はユーザ認証結果のログをとることを特徴とする請求項1に記載のロボットの制御装置。

【請求項5】前記行動計画部は、外的変化などに応じて決定される感情モデルに基づいて行動計画を立てることを特徴とする請求項1に記載のロボットの制御装置。

【請求項6】前記行動計画部は、ユーザとの対話に基づいて行動計画を立てる第1の動作方式、又は、外的変化などに応じて決定される感情モデルに基づいて行動計画を立てる第2の動作方式によって動作可能であり、前記記録部は行動計画部における動作方式のログをとることを特徴とする請求項1に記載のロボットの制御装置。

【請求項7】複数の関節アクチュエータで構成され、行動計画に従って動作するタイプのロボットの制御方法であって、

前記ロボットの行動計画を立てる行動計画ステップと、

前記行動計画ステップにより決定された行動計画に対応する動作パターンを各関節アクチュエータの駆動により実現する動作制御ステップと、

前記動作制御ステップによる動作実現状況を検出する検出ステップと、

前記行動計画ステップによる行動計画と前記検出ステップによる動作実現状況を含むログを記録する記録ステッ

プと、を具備することを特徴とするロボットの制御方法。

【請求項8】さらに、ユーザからのコマンド又はデータを受容するユーザ入力ステップと、前記ユーザ入力ステップによるユーザ入力コマンド又はデータに基づくユーザとの対話を管理する対話管理ステップとを含み、前記行動計画ステップでは、前記対話管理部における対話内容に従って行動計画を立てるとともに、前記記録ステップでは対話内容のログをとることを特徴とする請求項7に記載のロボットの制御方法。

【請求項9】さらに、前記ロボットの各部を診断する自己診断ステップを含み、

前記記録ステップでは自己診断結果のログをとることを特徴とする請求項7に記載のロボットの制御方法。

【請求項10】さらに、前記ロボット周辺に居るユーザを認証処理するユーザ認証ステップを含み、

前記記録ステップではユーザ認証結果のログをとることを特徴とする請求項7に記載のロボットの制御方法。

【請求項11】前記行動計画ステップでは、外的変化などに応じて決定される感情モデルに基づいて行動計画を立てることを特徴とする請求項7に記載のロボットの制御方法。

【請求項12】前記行動計画ステップでは、ユーザとの対話に基づいて行動計画を立てる第1の動作方式、又は、外的変化などに応じて決定される感情モデルに基づいて行動計画を立てる第2の動作方式によって動作可能であり、

前記記録ステップでは行動計画ステップにおける動作方式のログをとることを特徴とする請求項7に記載のロボットの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、行動計画に従って動作するロボットに係り、特に、音声や画像などの入力に基づくユーザとの対話によって行動計画を立てたり、ユーザ入力に頼らず自律的に行動計画を立てたりする行動計画型ロボットに関する。

【0002】更に詳しくは、本発明は、「対話駆動」又は「自律駆動」を行う期間中に異常や故障が発生したりトラブルに巻き込まれた場合であってもその原因を究明することができる行動計画型ロボットに関する。

【0003】

【従来の技術】電気的若しくは磁気的な作用を用いて人間の動作に似せた運動を行う機械装置のことを「ロボット」という。ロボットの語源は、スラブ語の"ROBOTA(奴隷機械)"に由来すると言われている。わが国では、ロボットが普及し始めたのは1960年代末からであるが、その多くは、工場における生産作業の自動化・無人化などを目的としたマニピュレータや搬送ロボットなどの産業用ロボット(industrial robot)であった。

【0004】アーム式ロボットのように、ある特定の場所に植設して用いるような据置きタイプのロボットは、部品の組立・選別作業など固定的・局所的な作業空間でのみ活動する。これに対し、移動式のロボットは、作業空間は非限定的であり、所定の経路上または無経路上を自在に移動して、所定の若しくは任意の人的作業を代行したり、ヒトやイヌあるいはその他の生命体に置き換わる種々の幅広いサービスを提供することができる。なかでも脚式の移動ロボットは、クローラ式やタイヤ式のロボットに比し不安定で姿勢制御や歩行制御が難しくなるが、階段や梯子の昇降や障害物の乗り越えや、整地・不整地の区別を問わない柔軟な歩行・走行動作を実現できるという点で優れている。

【0005】最近では、イヌやネコのように4足歩行の動物の身体メカニズムやその動作を模したベット型ロボット、あるいは、ヒトのような2足直立歩行を行う動物の身体メカニズムや動作をモデルにしてデザインされた「人間形」若しくは「人間型」のロボット(humanoid robot)など、脚式移動ロボットに関する研究開発が進出し、実用化への期待も高まってきている。

【0006】脚式移動ロボットの用途の1つとして、産業活動・生産活動等における各種の難作業の代行が挙げられる。例えば、原子力発電プラントや火力発電プラント、石油化学プラントにおけるメンテナンス作業、製造工場における部品の搬送・組立作業、高層ビルにおける清掃、火災現場その他における救助といったような危険作業・難作業の代行などである。

【0007】また、脚式移動ロボットの他の用途として、上述の作業支援というよりも、生活密着型、すなわち人間との「共生」という用途が挙げられる。この種のロボットは、ヒトあるいはイヌ(ベット)などの比較的知性の高い脚式歩行動物の動作メカニズムや感情表現をエミュレートする。また、予め入力された動作パターンを単に忠実に実行するだけでなく、相手の言葉や態度(「褒める」とか「叱る」、「叩く」など)に呼応した、生き生きとした動作表現を実現することも要求される。

【0008】従来の玩具機械は、ユーザ操作と応答動作との関係が固定的であり、玩具の動作をユーザの好みに合わせて変更することはできない。この結果、ユーザは同じ動作しか繰り返さない玩具をやがては飽きてしまうことになる。

【0009】これに対し、知的なロボットは、自律的な思考及び動作制御を行うとともに、動作生成の時系列モデルに従って知的な動作を実行する。また、ロボットが画像入力装置や音声入出力装置を装備し、画像処理や音声処理を行うことにより、より高度な知的レベルで人間とのリアリスティックなコミュニケーションを実現することも可能となる。この際、ユーザ操作などの外部からの刺激を検出したことに応答してこの時系列モデルを変

更する、すなわち「学習効果」を付与することによって、ユーザにとって飽きない又は好みに適応した動作パターンを提供することができる。また、ユーザは、一種の育成シミュレーションをゲーム感覚で楽しむことができる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】産業上の特定用途向けロボットの場合、ユーザ又はオペレータからはほとんど一義的に解釈可能なコマンドを入力して実行すればよい。これは、情報処理機器がファイルのコピーや削除、ファイル・オープンなど一義的なコマンドをコンソール入力されたことに応答して、その通りに動作することに類似する。

【0011】これに対し、共生型若しくはエンターテインメント型のロボットの場合、上述したように、ユーザからの明示的又は限定的なコマンドのみならず、音声や画像などの比較的抽象度の高い入力データに基づいて動作する「対話駆動」を行ったり、さらにはユーザからのコマンドや対話に頼ることなく(すなわちユーザから独立して)ロボット自身が立てた行動計画に従って動作する「自律駆動」を行うことができる。

【0012】しかしながら、抽象的なユーザ入力を解釈したり、ロボット独自の思考制御を許容したり、動作上の自由度や機能が高度化する分、故障やトラブルを引き起こしたときにはその原因究明が一層困難になる。

【0013】一般の機械装置の場合、入力コマンドに対する装置側の応答はほぼ1対1に対応するので、どのコマンドを入力又は実行したときに装置に異常が発生したかを容易に特定することができる。

【0014】これに対し、上述のような「対話駆動」又は「自律駆動」を行うタイプのロボットの場合、ユーザ入力や外部事象に対するロボット上での解釈に幅があるため、異常や故障の原因が何に起因するのか判定が難しくなる。さらに脚式移動ロボットであれば、任意の作業空間を無経路的に歩き回るので、ユーザが常時監視することはできない。したがって、ユーザの監視外に置かれた状況下で、何らかの故障が発生したりトラブルや事故又は事件等に巻き込まれたとしても、ユーザはそのときロボットに何が起こったのかを究明することは極めて難しくなるであろう。

【0015】本発明の目的は、音声や画像などの入力に基づくユーザとの対話によって行動計画を立てたり、ユーザ入力に頼らず自律的に行動計画を立てたりすることができる、優れた行動計画型ロボットを提供することにある。

【0016】本発明の更なる目的は、対話駆動」又は「自律駆動」を行う期間中に異常や故障が発生したりトラブルに巻き込まれた場合であってもその原因を究明することができる、優れた行動計画型ロボットを提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を参酌してなされたものであり、複数の関節アクチュエータで構成され、行動計画に従って動作するタイプのロボットの制御装置又は方法であって、前記ロボットの行動計画を立てる行動計画部又はステップと、前記行動計画部又はステップにより決定された行動計画に対応する動作パターンを各関節アクチュエータの駆動により実現する動作制御部又はステップと、前記動作制御部又はステップによる動作実現状況を検出する検出部又はステップと、前記行動計画部又はステップによる行動計画と前記検出部又はステップによる動作実現状況を含むログを記録する記録部又はステップと、を具備することを特徴とするロボットの制御装置又は方法である。

【0018】本発明に係るロボットの制御装置又は方法は、さらに、ユーザからのコマンド又はデータを受容するユーザ入力部又はステップと、前記ユーザ入力部又はステップを介したユーザ入力コマンド又はデータに基づくユーザとの対話を管理する対話管理部又はステップを含んでもよい。このような場合、前記行動計画部又はステップは、前記対話管理部又はステップにおける対話内容に従って行動計画を立てることができ、また、前記記録部又はステップは対話内容のログをとることができる。

【0019】また、前記ロボットの各部を診断する自己診断部又はステップをさらに含んでもよい。このような場合、前記記録部又はステップは自己診断結果のログをとることができる。

【0020】また、前記ロボット周辺に居るユーザを認証処理するユーザ認証部をさらに含んでもよい。このような場合、前記記録部又はステップはユーザ認証結果のログをとることができる。

【0021】また、前記行動計画部又はステップは、ユーザとの対話に基づいて行動計画を立てる第1の動作方式、又は、外的変化などに応じて決定される感情モデルに基づいて行動計画を立てる第2の動作方式によって動作可能であってもよい。このような場合、前記記録部又はステップは行動計画部又はステップにおける動作方式のログをとることができる。

【0022】

【作用】本発明に係るロボットは、脚式移動ロボットのように、任意の作業空間を無経路的に探索することができる。この作業空間は、人間の住空間と共有することができる。また、本発明に係るロボットは、音声や画像などの入力に基づくユーザとの対話によって行動計画を立てたり、さらには、ユーザ入力に頼らず自律的に行動計画を立てたりすることができる。

【0023】ロボットに指令を与えるユーザを認証することができる。あるいは認証できないユーザの顔や声あるいはその他の生体上の特徴情報を抽出する。さらに、

ユーザから与えられた指令の内容と、ロボットが指令に応じて取った行動や行動の実行時刻とを組み合わせ、一種のログとして記録しておく。その他、ロボットの内部状態やセンサ入力情報を併せて記録してもよい。

【0024】後日、ログの内容を解析することによって、ロボットに起こった異常や故障、トラブルの原因を究明することができる。

【0025】また、異常時、故障時、トラブル時でなくとも、ロボットが「何処で誰と何をしてきたのか」など、ロボットの行動の履歴を調べることができる。あるいは、行動の履歴を経験情報として管理して、「何処で誰と何をしてきたのか」という情報をユーザとロボットとの対話の中から引き出せるように構成することができる。このようなロボットは、エンターテインメント指向が高く、また、ユーザは一種の育成シミュレーションをゲーム感覚で楽しむことができる。

【0026】本発明のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本発明の実施例や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施例を詳解する。

【0028】図1及び図2には、本発明の実施に供される脚式移動ロボット100が直立している様子を前方及び後方の各々から眺望した様子を示している。この脚式移動ロボット100は、「人間形」又は「人間型」と呼ばれるタイプであり、後述するように、音声や画像などの入力に基づくユーザとの対話によって行動計画を立てたり、ユーザ入力に頼らず（すなわち、ユーザから独立して）ロボット100が自律的に行動計画を立てたりすることができる。脚式移動ロボット100は、脚式移動を行う左右2足の下肢と、体幹部と、左右の上肢と、頭部とで構成される。

【0029】左右各々の下肢は、大腿部と、膝関節と、脛部と、足首と、足平とで構成され、股関節によって体幹部の略最下端にて連結されている。また、左右各々の上肢は、上腕と、肘関節と、前腕とで構成され、肩関節によって体幹部上方の左右各側縁にて連結されている。また、頭部は、首関節によって体幹部の略最上端中央に連結されている。

【0030】体幹部ユニット内には、図1及び図2上では見えていない制御部が配備されている。この制御部は、脚式移動ロボット100を構成する各関節アクチュエータの駆動制御や各センサ（後述）などからの外部入力を処理するコントローラ（主制御部）や、電源回路その他の周辺機器類を搭載した筐体である。制御部は、その他、遠隔操作用の通信インターフェースや通信装置を含んでいてもよい。

【0031】図3には、本実施例に係る脚式移動ロボット100が具備する関節自由度構成を模式的に示してい

10

20

30

40

50

る。図示の通り、脚式移動ロボット100は、2本の腕部と頭部1を含む上体と、移動動作を実現する2本の脚部からなる下肢と、上肢と下肢とを連結する体幹部とで構成される。

【0032】頭部1を支持する首関節は、首関節ヨー軸2と、首関節ピッチ軸3と、首関節ロール軸4という3自由度を有している。

【0033】また、各腕部は、肩関節ピッチ軸8と、肩関節ロール軸9と、上腕ヨー軸10と、肘関節ピッチ軸11と、前腕ヨー軸12と、手首関節ピッチ軸13と、手首関節ロール軸14と、手部15とで構成される。手部15は、実際には、複数本の指を含む多関節・多自由度構造体である。但し、手部15の動作自体は、ロボット100の姿勢安定制御や歩行動作制御に対する寄与や影響が少ないので、本明細書ではゼロ自由度と仮定する。したがって、左右の各腕部は7自由度を有するとする。

【0034】また、体幹部は、体幹ピッチ軸5と、体幹ロール軸6と、体幹ヨー軸7という3自由度を有する。

【0035】また、下肢を構成する左右各々の脚部は、股関節ヨー軸16と、股関節ピッチ軸17と、股関節ロール軸18と、膝関節ピッチ軸19と、足首関節ピッチ軸20と、関節ロール軸21と、足部（足底又は足平）22とで構成される。人体の足部（足底）22は、実際には多関節・多自由度の足底を含んだ構造体であるが、本実施例に係る脚式移動ロボット100の足底はゼロ自由度とする。したがって、左右の各脚部は6自由度で構成される。

【0036】以上を総括すれば、本実施例に係る脚式移動ロボット100全体としては、合計で $3+7\times 2+3+6\times 2=32$ 自由度を有することになる。但し、脚式移動ロボット100が必ずしも32自由度に限定される訳ではない。設計・製作上の制約条件や要求仕様等に応じて、自由度すなわち関節数を適宜増減することができることは言うまでもない。

【0037】脚式移動ロボット100が持つ上述の各関節自由度は、実際にはアクチュエータによる能動的な動作として実現される。装置の外観上で余分な膨らみを排してヒトの自然体形状に近似させることや、2足歩行という不安定構造体に対して姿勢制御を行うことなどの種々の要請から、関節アクチュエータは小型且つ軽量であることが好ましい。本実施例では、ギア直結型で且つサーボ制御系をワンチップ化してモータ・ユニットに内蔵したタイプの小型ACサーボ・アクチュエータを搭載することとした。なお、脚式ロボットに適用可能な小型ACサーボ・アクチュエータに関しては、例えば本出願人に既に譲渡されている特願平11-33386号明細書に開示されている。

【0038】図4には、本実施例に係る脚式移動ロボット100の制御システム構成を模式的に示している。同

図に示すように、該システムは、ユーザ入力などに動的に反応して情緒判断や感情表現を司る思考制御モジュール200と、関節アクチュエータの駆動などロボットの全身協調運動を制御する運動制御モジュール300とで構成される。

【0039】思考制御モジュール200は、情緒判断や感情表現に関する演算処理を実行するCPU（Central Processing Unit）211や、RAM（Random Access Memory）212、ROM（Read Only Memory）213、及び、外部記憶装置（ハード・ディスク・ドライブなど）214で構成される、自己完結処理を行うことができる独立した情報処理装置である。

【0040】思考制御モジュール200には、CCD（Charge Coupled Device）カメラなどの画像入力装置251や、マイクなどの音声入力装置252、スピーカなどの音声出力装置253、LAN（Local Area Network：図示しない）などを經由してロボット100外のシステムとデータ交換を行う通信インターフェース254など各種の装置が、バス・インターフェース201經由で接続されている。

【0041】思考制御モジュール200では、画像入力装置251から入力される視覚データや音声入力装置252から入力される聴覚データなど、外界からの刺激などに従って、脚式移動ロボット100の現在の感情や意思を決定する。さらに、意思決定に基づいた振舞い又は行動、すなわち四肢の運動を実行するように、運動制御モジュール300に対して指令を発行する。

【0042】一方の運動制御モジュール300は、ロボット100の全身協調運動を制御するCPU（Central Processing Unit）311や、RAM（Random Access Memory）312、ROM（Read Only Memory）313、及び、外部記憶装置（ハード・ディスク・ドライブなど）314で構成される、自己完結処理を行うことができる独立した情報処理装置である。外部記憶装置314には、例えば、オフラインで算出された歩行パターンやZMP目標軌道、その他の行動計画を蓄積することができる（「ZMP」とは、歩行中の床反力によるモーメントがゼロとなる床面上の点のことであり、また、「ZMP軌道」とは、例えばロボット100の歩行動作期間中などにZMPが動く軌跡を意味する）。

【0043】運動制御モジュール300には、ロボット100の全身に分散するそれぞれの関節自由度を実現する関節アクチュエータ（図3を参照のこと）、体幹部の姿勢や傾斜を計測する姿勢センサ351、左右の足底の離床又は着床を検出する接地確認センサ352及び353、バッテリーなどの電源を管理する電源制御装置などの各種の装置が、バス・インターフェース301經由で接続されている。

【0044】運動制御モジュール300では、思考制御モジュール200から指示された行動を体現すべく、各

関節アクチュエータによる全身協調運動を制御する。すなわち、CPU311は、思考制御モジュール200から指示された行動に応じた動作パターンを外部記憶装置314から取り出し、又は、内部的に動作パターンを生成する。そして、CPU311は、指定された動作パターンに従って、足部運動、ZMP（Zero Moment Point）軌道、体幹運動、上肢運動、腰部水平位置及び高さなどを設定するとともに、これらの設定内容に従った動作を指示する指令値を各関節アクチュエータに転送する。

【0045】また、CPU311は、姿勢センサ351の出力信号によりロボット100の体幹部分の姿勢や傾きを検出するとともに、各接地確認センサ352及び353の出力信号により各可動脚が遊脚又は立脚のいずれの状態であるかを検出することによって、脚式移動ロボット100の全身協調運動を適応的に制御することができる。

【0046】さらに、運動制御モジュール300は、思考制御モジュール200において決定された意思通りの行動がどの程度体現されたか、すなわち処理の状況を、思考制御モジュール200に返すようになっている。

【0047】思考制御モジュール200と運動制御モジュール300は、共通のプラットフォーム上で構築され、両者間はバス・インターフェース201及び301を介して相互接続されている。

【0048】本実施例に係る脚式移動ロボット100は、ユーザから与えられた指令の内容と、ロボットが指令に応じて取った行動や行動の実行時刻とを組み合わせで記録するようになっている。したがって、ユーザは、後日、記録内容を解析することによって、ロボットに起こった異常や故障、トラブルの原因を究明することができる。また、異常時、故障時、トラブル時でなくても、ロボットが「何処で誰と何をしてきたのか」など、ロボットの行動の履歴を調べることができる。以下では、本発明におけるロボットの行動履歴又は経験情報の記録管理処理について説明する。

【0049】図5には、脚式移動ロボット100において行動記録又は経験情報の記録処理を実現するための機能ブロック構成の一例を図解している。同図に示すロボット100は、音声や画像などの入力に基づくユーザとの対話に追従して行動計画を立てる「対話駆動」方式の動作を行うことができる。

【0050】脚式移動ロボット100は、ユーザ認証のために、指紋センサ111又は視覚センサ113のうちの少なくとも一方を利用する。

【0051】視覚センサ113は、例えば、頭部に搭載されたCCD（Charge Coupled Device：電荷結合素子）カメラなどの画像入力装置251を兼用することができる。この場合、1以上の登録ユーザの顔画像、あるいはユーザの身体上の他の部位を映した画像、又は画像

から抽出された特徴情報をあらかじめ保管しておく。そして、認証処理部114は、視覚センサ113から入力された顔画像等を画像処理するとともに、あらかじめ登録された顔画像等又はその特徴情報と比較照合することにより、正規ユーザか否かを認証処理する。

【0052】また、指紋センサ111は、図1～図4には特に図示しないが、例えば頭部や肩部などユーザが指先を置きやすい部位に指紋読取ヘッドを配設しておく。そして、1以上の登録ユーザの指紋を認証情報としてあらかじめ保管しておく。そして、認証処理部112は、指紋センサ111から入力された指紋情報を画像処理・特徴抽出処理などするとともに、あらかじめ登録された指紋と比較照合することにより、正規ユーザか否かを認証処理する。なお、特開平3-18980号には、基準となる指紋の画像データを保持する基準画像メモリと、認証対象となる指紋の画像を入力する画像入力装置とを備え、両画像を重ね合わせて一致度を見ることで指紋照合を行うタイプの指紋照合装置について開示されている。

【0053】指紋センサ111及び認証処理部112は、指紋照合を明示的に要求したユーザに対してより正確な認証処理を行うことができる。他方、視覚センサ113及び認証処理部114は、特にユーザが要求しない場合であっても、カメラでユーザの姿を追跡して、ユーザが無意識のうちに認証処理を行うこともできる。また、認証処理部112及び114は、ユーザの認証結果を情報記録管理部125に転送することができる。

【0054】本実施例に係る脚式移動ロボット100は、ユーザがコマンドやデータを入力するために、音声認識部115、通信制御部116、画像認識部117、コマンド118という4通りの手段を提供している。

【0055】音声認識部115は、マイクなどの音声入力部252と、音声認識処理可能なCPU211（又はその他の演算処理回路）によって構成される。ユーザは、「走れ」、「○△を運べ」、「急げ」などの自然言語形式又は抽象的なコマンドを音声で入力することができる。音声認識部115はユーザの音声を認識し、さらにコマンド解釈部119は音声認識結果に基づいてロボット100に対するコマンドを理解・解析する。

【0056】また、通信制御部116は、通信インターフェース254と、通信インターフェース254経由で交換するコマンド又はデータの処理を行うCPU211（又はその他の演算処理回路）によって構成される。通信インターフェース254は、bluetoothやその他の無線データ通信網経由で外部の情報端末（例えばパーソナル・コンピュータなど。図示しない）と相互接続している。ユーザは、このような情報端末上で、ロボットなどの自動化機械が一義的に解釈可能な形式のコマンド、あるいはそれよりも抽象的な形式のコマンドを、コンソール入力して、ロボット100側に転送すること

ができる。通信制御部116において受信処理されたユーザ・コマンドは、コマンド解釈部119において解釈された後、対話管理部124に転送される。

【0057】画像認識部117は、CCDカメラなどの画像入力部251と、画像認識処理可能なCPU211（又はその他の演算処理回路）によって構成される。ユーザは、身振りや手振り、ジェスチャなどでコマンドを入力することができる。画像認識部117は画像認識し、さらにコマンド解釈部119は認識結果に基づいてコマンドとして理解・解析する。あるいは、ジェスチャではなく、コマンドに対して一義的に割り当てられたサイバークードなどの視認情報を画像入力することによって、コマンドを入力するようにしてもよい。

【0058】コマンド118は、図1～図4には特に図示しないが、脚式移動ロボット100の背中や腹部などに搭載された、キー／ボタン操作可能なユーザ入力装置、あるいは、リモート・コントローラ（図示しない）として構成される。ユーザは、ロボットなどの自動化機械が一義的に解釈可能な形式のコマンド、あるいはそれよりも抽象的な形式のコマンドを、コマンド118上で打ち込むことができる。コマンド118上で入力されたユーザ・コマンドは、コマンド解釈部119において解釈された後、対話管理部124に転送される。

【0059】対話管理部124は、コマンド解釈部119経由で受け取った各種形式のコマンドを、時系列的に管理することで、ユーザとの対話のコンテキストを理解するとともに対話コンテキストの維持を図る。本実施例では、対話管理部124は、ユーザとの対話内容を情報記録管理部125に転送することができる。また、対話管理部124は、ユーザ入力に応じた返事を音声合成部120で生成した後スピーカで外部に音声出力したり、通信制御部121経由で外部計算機システム（例えばユーザ端末）上にコンソール出力（又はGUIを利用した画像出力）を行うことができる。

【0060】音声合成部120は、スピーカなどの音声出力装置253と、音声合成処理可能なCPU211（又はその他の演算処理回路）によって構成される。また、通信制御部121は、通信インターフェース254と、通信インターフェース254経由で交換するコマンド又はデータの処理を行うCPU211（又はその他の演算処理回路）によって構成される。

【0061】姿勢センサ130、温度センサ131、関節角度センサ132、接触センサ133、力センサ134、電源管理部135、及び、通信制御検出部136は、ロボット100の外界又は環境やその変化、動作実行状況を検出するための機能モジュールである。

【0062】姿勢センサ130は、図4中の参照番号354に相当し、ロボット100の路面に対する姿勢を検出することができる。また、関節角度センサ132は、各関節アクチュエータ（図3を参照のこと）毎に配設さ

れた回転エンコーダに相当する。また、接触センサ133は、足部に配設された接地確認センサ352、352に相当する。また、力センサ134は、図1～図4には図示しないが、ロボット100の全身の各部位に配設されており、ユーザあるいは外界の障害物との接触を検出するようになっている（例えば、本出願人に既に譲渡されている特願平11-366175号明細書には、外装部品の形式でロボットの全身各部に搭載することができるセンサ・モジュールについて開示されている）。

【0063】電源管理部135は、図4中の参照番号354に相当し、ロボット100の主電源であるバッテリーの電源電圧、電流、電源容量などを監視するようになっている。また、通信制御検出部136は、通信インターフェース254と、通信インターフェース254経由で交換するコマンド又はデータの処理を行うCPU211（又はその他の演算処理回路）によって構成され、通信コマンド又は通信データによる外界又は環境の変化を検出するようになっている。

【0064】これらセンサ類で規定されるロボット100の環境要因は行動計画部127及び自己診断部129に供給される。

【0065】行動計画部127は、対話管理部124における対話のコンテキストや、各センサ機能モジュール130…において規定されるロボット100の外界又は環境などに従って、ロボット100の行動計画を立てて、動作制御部128に対して行動の実現を命令する。また、本実施例では、行動計画部127は、行動計画の内容を情報記録管理部125に転送することができる。

【0066】動作制御部128は、行動計画部127によって指示された行動を実現すべく、各関節アクチュエータ（図3及び図4を参照のこと）に対して回転指令や各速度指令などの動作指令を発行する。この結果、予定又は期待されるロボット100の行動が実現される。各関節アクチュエータの回転位置は各関節角度センサ132によって測定され、フィードバック制御を行うことができる。

【0067】動作制御部128は、逐次命令される行動を実現するための動作パターンをリアルタイムで動的に生成してもよいが、歩行やその他の主要な動作パターンの軌道計画をあらかじめ容易（すなわちオフラインで計算）しておいてもよい。後者の場合、動作制御部128は、行動計画部127から行動命令が発行されると、これに該当する動作パターンの軌道計画を呼び出し、目標軌道を適宜修正しながら行動を実現することができる。なお、特開昭62-97006号公報には、予め記憶された歩行パターン・データを用いることで、制御プログラムを簡素化するとともに、歩行パターンの各データ間を密につなぐことができる多関節歩行ロボット制御装置について開示されている。

【0068】自己診断部129は、姿勢センサ130、

温度センサ131、関節角度センサ132、接触センサ133、力センサ134、電源管理部135、通信制御検出部136などのセンサ類の検出出力を基に、計画された行動の実行状況、異常や故障、トラブルなど、ロボット100内部の状況を自己診断するようになっている。また、本実施例では、自己診断部129は、自己診断結果を情報記録管理部125に転送することができる。

【0069】情報記録管理部125は、各部から以下の事柄を取得することができる。

(1) 認証処理部112及び／又は114からのユーザ認証情報

(2) 対話管理部124において管理される対話内容又は最新のユーザ・コマンド

(3) 対話内容又はユーザ・コマンドと、外界又は環境の変化などによって決定される行動計画

(4) 自己診断部129において診断された行動計画の実行状況

【0070】そして、情報記録管理部125は、これらのデータを組み合わせ、さらに時計126から供給される現在時刻といっしょにして、「行動履歴」又は「経験情報」すなわち行動ログとして保存する。

【0071】行動ログは、例えば、情報記録管理部125のローカル・メモリ又はローカル・ディスク（図示しない）に不揮発的に保存される。あるいは、行動ログをメモリ・スタックのようなカートリッジ式で挿抜可能な記憶装置に格納しておけば、後でロボット100から取り外して外部の計算機システム上で行動ログを解析処理することができる。

【0072】また、情報記録管理部125に保存される「行動履歴」又は「経験情報」は、時刻情報を用いて検索することができる。あるいは、音声認識部115などを介したロボット100との対話により引き出すことができる。

【0073】図6には、脚式移動ロボット100において行動記録又は経験情報の記録処理を実現するための機能ブロック構成に関する他の例を図解している。同図に示すロボット100は、音声や画像などの入力に基づくユーザとの対話に追従して行動計画を立てる「対話駆動」方式の他に、さらに、ユーザとの対話に頼らず自律的に行動計画を立てる「自律駆動」方式の動作を行うことができる。

【0074】脚式移動ロボット100は、ユーザ認証のために、指紋センサ111又は視覚センサ113のうち少なくとも一方を利用する。視覚センサ113は、例えば、頭部に搭載されたCCD（Charge Coupled Device：電荷結合素子）カメラなどの画像入力装置251を兼用することができる。また、指紋センサ111は、図1～図4には特に図示しないが、例えば頭部や肩部などユーザが指先を置きやすい部位に指紋読取ヘッドを配設

しておく。

【0075】指紋センサ111及び認証処理部112は、指紋照合を明示的に要求したユーザに対してより正確な認証処理を行うことができる。他方、視覚センサ113及び認証処理部114は、特にユーザが要求しない場合であっても、カメラでユーザの姿を追跡して、ユーザが無意識のうちに認証処理を行う。また、認証処理部112及び114は、ユーザの認証結果を情報記録管理部125に転送する。

10 【0076】また、脚式移動ロボット100は、ユーザがコマンドを入力するために、音声認識部115、通信制御部116、画像認識部117、コマンド118という4通りの手段を提供している。

【0077】音声認識部115は、マイクなどの音声入力装置252と、音声認識処理可能なCPU211（又はその他の演算処理回路）によって構成される。ユーザが音声で入力すると、音声認識部115はユーザの音声を認識し、さらにコマンド解釈部119は音声認識結果に基づいてロボット100に対するコマンドを理解・解析する。

20 【0078】また、通信制御部116は、通信インターフェース254と、通信コマンド又はデータの処理を行うCPU211（又はその他の演算処理回路）によって構成される。通信インターフェース254は、無線データ通信網経由で外部の情報端末（例えばパーソナル・コンピュータ）と相互接続している。通信制御部116は、ユーザが通信回線経由で転送するコマンドを受信処理する。受信されたコマンドは、コマンド解釈部119において解釈された後、対話管理部124に転送される。

30 【0079】画像認識部117は、CCDカメラなどの画像入力部251と、画像認識処理可能なCPU211（又はその他の演算処理回路）によって構成される。ユーザは、身振りや手振り、ジェスチャなどの形式でユーザ・コマンドが入力されると、画像認識部117はこれを画像認識し、さらにコマンド解釈部119は認識結果に基づいてコマンドとして理解・解析する。

40 【0080】コマンド118は、脚式移動ロボット100上に搭載された、キー／ボタン操作可能なユーザ入力装置、又は、リモート・コントローラ（図示しない）として構成される。ユーザは、ロボットが一義的に解釈可能な形式のコマンドなどをコマンド118上で打ち込むことができる。コマンド118上で入力されたユーザ・コマンドは、コマンド解釈部119において解釈された後、対話管理部124に転送される。

50 【0081】対話管理部124は、コマンド解釈部119経由で受け取った各種形式のコマンドを、時系列的に管理することで、ユーザとの対話のコンテキストを理解するとともに対話コンテキストの維持を図る。対話管理部124は、ユーザとの対話内容を情報記録管理部12

5に転送する。また、対話管理部124は、ユーザ入力に応じた返事を音声合成部120で生成して、スピーカを介して外部に音声出力したり、あるいは通信制御部121経由で対話内容を外部計算機システム上に出力する。

【0082】音声合成部120は、スピーカなどの音声出力装置253と、音声合成処理可能なCPU211

(又はその他の演算処理回路)によって構成される。また、通信制御部121は、通信インターフェース254と、通信インターフェース254経由で交換するコマンド又はデータの処理を行うCPU211(又はその他の演算処理回路)によって構成される。

【0083】姿勢センサ130、温度センサ131、関節角度センサ132、接触センサ133、力センサ134、電源管理部135、通信制御検出部136は、ロボット100の外界又は環境やその変化を検出するための機能モジュールである。

【0084】姿勢センサ130は、ロボット100の路面に対する姿勢を検出する。また、関節角度センサ132は、各関節アクチュエータ毎に配設された回転エンコーダに相当する。また、接触センサ133は、足部に配設された接地確認センサ352、352に相当する。また、力センサ134は、ロボット100の全身の各部位に配設され、ユーザあるいは外界の障害物との接触を検出する。電源管理部135は、ロボット100の主電源であるバッテリーの電源電圧、電流、電源容量などを監視する。また、通信制御検出部136は、通信インターフェース254と、通信コマンド又はデータの処理を行うCPU211(又はその他の演算処理回路)によって構成され、通信コマンド又は通信データによる外界又は環境の変化を検出する。

【0085】これらセンサ類で規定されるロボット100の環境要因は自律行動計画部140及び自己診断部129に供給される。

【0086】自律行動計画部140は、上記センサ類からの入力データなどに基づく外的環境の変化などに基づいて、感情モデル状態マシン141内の感情モデルを決定することで、自律的にロボット100の行動計画を立てて、動作制御部128に対して行動の実現を命令する。また、自律行動計画部140は、行動計画の内容を情報記録管理部125に転送することができる。(なお、本出願人に既に譲渡されている特願平11-341374号明細書には、動作に起因する感情本能モデルを有し、入力情報に基づいて感情本能モデルを変化させて動作をコントロールする脚式ロボットについて開示されている。)

【0087】動作制御部128は、自律行動計画部140によって指示された行動を実現すべく、各関節アクチュエータに対して回転指令や各速度指令などの動作指令を発行する。この結果、予定又は期待されるロボット1

00の行動が実現される。各関節アクチュエータの回転位置は各関節角度センサ132によって測定され、フィードバック制御を行うことができる。

【0088】動作制御部128は、逐次命令される行動を実現するための動作パターンをリアルタイムで動的に生成してもよいが、歩行やその他の主要な動作パターンの軌道計画をあらかじめ容易しておいてもよい。

【0089】自己診断部129は、姿勢センサ130、温度センサ131、関節角度センサ132、接触センサ133、力センサ134、電源管理部135、通信制御検出部136などのセンサ類の検出出力を基に、計画された行動の実行状況、異常や故障、トラブルなど、ロボット100内部の状況を自己診断する。また、自己診断部129は、自己診断結果を情報記録管理部125に転送する。

【0090】情報記録管理部125は、各部から以下の事柄を取得することができる。

(1) 認証処理部112及び/又は114からのユーザ認証情報

(2) 対話管理部124において管理される対話内容又は最新のユーザ・コマンド

(3) 感情モデルに従って自律行動計画部140が決定した行動計画

(4) 自己診断部129において診断された行動計画の実行状況

【0091】そして、情報記録管理部125は、これらのデータを組み合わせ、さらに時計126から供給される現在時刻といっしょにして、「行動履歴」又は「経験情報」すなわち行動ログとして保存する。

【0092】行動ログは、例えば、情報記録管理部125のローカル・メモリ又はローカル・ディスク(図示しない)に不揮発的に保存される。あるいは、行動ログをメモリ・スタックのようなカートリッジ式で挿抜可能な記憶装置に格納しておけば、後でロボットから取り外して外部の計算機システム上で行動ログを解析処理することができる。

【0093】また、単一のロボット100が音声や画像などの入力に基づくユーザとの対話に追従して行動計画を立てる「対話駆動」方式と、ユーザとの対話に頼らず自律的に行動計画を立てる「自律駆動」方式の双方の動作方式をサポートする場合には、行動計画が対話駆動又は自律駆動のいずれによるものかの識別情報を併せて記録するようにしてもよい。

【0094】情報記録管理部125に保存される「行動履歴」又は「経験情報」は、時刻情報を用いて検索することができる。あるいは、音声認識部115などを介したロボット100との対話により引き出すことができる。

【0095】図7には、行動ログのデータ・フォーマットを例示している。同図に示すように、1つのログは、

時刻フィールドと、ユーザ認証情報フィールドと、対話内容フィールドと、行動計画フィールドと、動作モードフィールドと、行動結果及び自己診断結果フィールドで構成される。

【0096】時刻フィールドには、時計126から供給される実時間が書き込まれる。また、ユーザ認証情報フィールドには、指紋センサ111及び認証処理部112、あるいは、視覚センサ113及び認証処理部114によって認証されたユーザ情報が書き込まれる。認証ユーザは、対話動作上のコマンド発行元であることもある。また、対話内容フィールドには、対話管理部124で管理される対話内容が書き込まれる。

【0097】また、行動計画フィールドには、行動計画部127又は自律行動計画部140によって立てられた行動計画が書き込まれる。また、動作モード・フィールドには、現在のロボット100の行動計画が対話駆動又は自律駆動のいずれの動作方式で決定されたかを識別する情報が書き込まれる。

【0098】また、行動結果及び自己診断結果フィールドには、各関節角度センサ132の出力に基づいて算出された動作実現状況や、その他の各センサ出力に基づいて判定される自己診断結果（故障状況など）が書き込まれる。

【0099】上述したようなデータを含む行動ログを解析することによって、ロボット100の行動や、異常、事故、トラブル発生時の要因などを推定することができるという点を十分に理解されたい。

【0100】図8には、本実施例に係るロボット100がとることができる動作状態を示している。同図に示すように、本実施例に係るロボット100は、能動駆動と受動駆動という状態を持つことができる。

【0101】受動駆動では、ユーザから一義的に解釈されるコマンドを受け取って、その指示通りにのみ動作を実行し、ロボット100が持つ思考や感情などの内部地議は全く機能しない。

【0102】例えば、「歩け」というユーザ指示に対して、あらかじめ蓄積された歩行パターンを読み出して、歩行動作を実現する駆動状態が受動駆動に相当する。このような場合、ロボット100の制御機能は、姿勢安定制御や外乱などに伴う目標軌道の修正などを行うが、思考や感情は作用せず、ユーザとの対話は成立しない（又は不要である）。

【0103】したがって、受動駆動状態では、図7に示す行動ログのうち、対話内容フィールドには、入力されたコマンドがそのまま書き込まれる。また、ロボット100自身は行動計画を立てないので、行動計画フィールドは空白又はデフォルト値が書き込まれる。また、動作モード・フィールドには、受動駆動状態であることを示す識別情報が書き込まれる。また、行動結果及び自己診断結果フィールドには、各関節角度センサ132の

出力に基づいて算出された動作実現状況や、その他の各センサ出力に基づいて判定される自己診断結果（故障状況など）が書き込まれる。

【0104】また、能動状態では、音声や画像などの入力に基づくユーザとの対話に追従して行動計画を立てる「対話駆動」方式と、ユーザとの対話に頼らず自律的に行動計画を立てる「自律駆動」方式という2通りの動作状態がある。

【0105】ロボット100は、対話駆動方式又は自律駆動方式のいずれか一方のみで動作するようにしてもよいし、両駆動方式間を双方向又は一方向で切り替え可能であってもよい。例えば、最後のユーザ入力又は対話からの経過時間など所定の事象に発生により自律駆動方式に遷移したり、あるいは、次のユーザ入力又は対話の発生によって対話駆動方式に復帰するようにしてもよい。

【0106】図9には、能動駆動時におけるロボット100の動作シーケンスを模式的に示している。

【0107】対話駆動時には、ユーザ入力があると、これを認識するとともにコマンドとして解釈して対話管理する。また、対話を行うユーザは、指紋センサ又は視覚センサを介して認証処理される。さらに、対話内容とセンサ入力された外的環境に基づいて行動計画を立てて、行動に対応する動作パターンを実行する。動作パターンの実行状況はセンサ入力によって得られる。

【0108】したがって、対話駆動状態では、図7に示す行動ログのうち、ユーザ認証情報フィールドには、ロボット100との対話を行うユーザに関する認証情報が書き込まれる。また、対話内容フィールドにはユーザとの間で成立した対話内容が書き込まれる。また、行動計画フィールドには、ロボット100が対話内容や外部環境の変化に応じて決定した行動計画が書き込まれる。また、動作モード・フィールドには、対話駆動状態であることを示す識別情報が書き込まれる。また、行動結果及び自己診断結果フィールドには、各関節角度センサ132の出力に基づいて算出された動作実現状況や、その他の各センサ出力に基づいて判定される自己診断結果（故障状況など）が書き込まれる。

【0109】一方、自律駆動時には、ユーザ入力途絶しているか又はユーザ入力を受け付けず、したがってユーザとの対話が成立していない。このような場合、ロボット100は、ユーザとの対話に頼らず、センサ入力される外部環境の変化と感情モデルに基づいて自律的に行動計画を立てる。そして、行動に対応する動作パターンを実行し、動作パターンの実行状況はセンサ入力によって得られる。自律駆動時には、周辺に居るユーザはコマンド発行元ではないので、ユーザ認証を行っても行わなくてもよい。

【0110】したがって、自律駆動状態では、図7に示す行動ログのうち、ユーザ認証情報フィールドには、周辺に居るユーザの認証情報が書き込まれるか、又は、ブラ

ンク若しくはデフォルト値である。また、対話内容フィールドには、入力されたコマンドがそのまま書き込まれる。また、行動計画フィールドには、ロボット100が感情モデルや外部環境の変化に応じて決定した行動計画が書き込まれる。また、動作モード・フィールドには、自律駆動状態であることを示す識別情報が書き込まれる。また、行動結果及び自己診断結果フィールドには、各関節角度センサ132の出力に基づいて算出された動作実現状況や、その他の各センサ出力に基づいて判定される自己診断結果（故障状況など）が書き込まれる。

【0111】上述したようなデータを含む行動ログを解析することによって、ロボット100が図8に示すいずれの駆動状態であっても、ロボット100の行動や、異常、事故、トラブル発生時の要因などを推定することができるという点を十分に理解されたい。

【0112】[追補]以上、特定の実施例を参照しながら、本発明について詳解してきた。しかしながら、本発明の要旨を逸脱しない範囲で当業者が該実施例の修正や代用を成し得ることは自明である。すなわち、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、限定的に解釈されるべきではない。本発明の要旨を判断するためには、冒頭に記載した特許請求の範囲の欄を参酌すべきである。

【0113】

【発明の効果】以上詳記したように、本発明によれば、音声や画像などの入力に基づくユーザとの対話に追従して行動計画を立てたり、ユーザ入力に頼らず自律的に行動計画を立てたりすることができる、優れた行動計画型ロボットを提供することができる。

【0114】また、本発明によれば、「対話駆動」又は「自律駆動」を行う期間中に異常や故障が発生したりトラブルに巻き込まれた場合であってもその原因を究明することができる、優れた行動計画型ロボットを提供することができる。

【0115】本発明に係るロボットは、ロボットに指令を与えるユーザを認証することができる。あるいは認証できないユーザの顔や声あるいはその他の生体上の特徴情報を抽出する。さらに、ユーザから与えられた指令の内容と、ロボットが指令に応じて取った行動や行動の実行時刻とを組み合わせで記録する。その他、ロボットの内部状態やセンサ入力情報を併せて記録してもよい。したがって、ユーザは、記録内容を解析することによって、ロボットに起こった異常や故障、トラブルの原因を究明することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施に供される脚式移動ロボット10

0を前方から眺望した様子を示した図である。

【図2】本発明の実施に供される脚式移動ロボット100を後方から眺望した様子を示した図である。

【図3】本実施例に係る脚式移動ロボット100が具備する自由度構成モデルを模式的に示した図である。

【図4】本実施例に係る脚式移動ロボット100の制御システム構成を模式的に示した図である。

【図5】本実施例に係る脚式移動ロボット100において行動記録又は経験情報を記録する機能ブロック構成の一例を模式的に示した図である。

【図6】本実施例に係る脚式移動ロボット100において行動記録又は経験情報を記録する機能ブロック構成の他の例を模式的に示した図である。

【図7】行動ログのデータ・フォーマット例を示した図である。

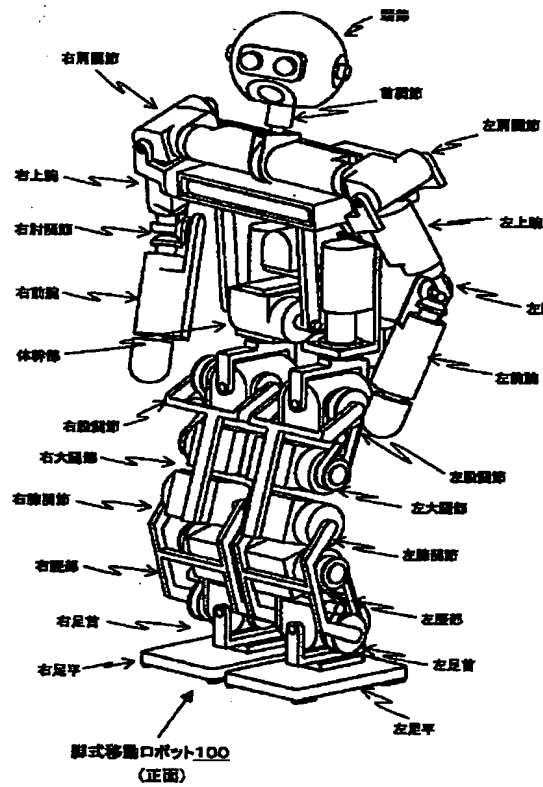
【図8】本実施例に係るロボット100がとることができる動作状態を示した図である。

【図9】能動駆動時におけるロボット100の動作シーケンスを模式的に示した図である。

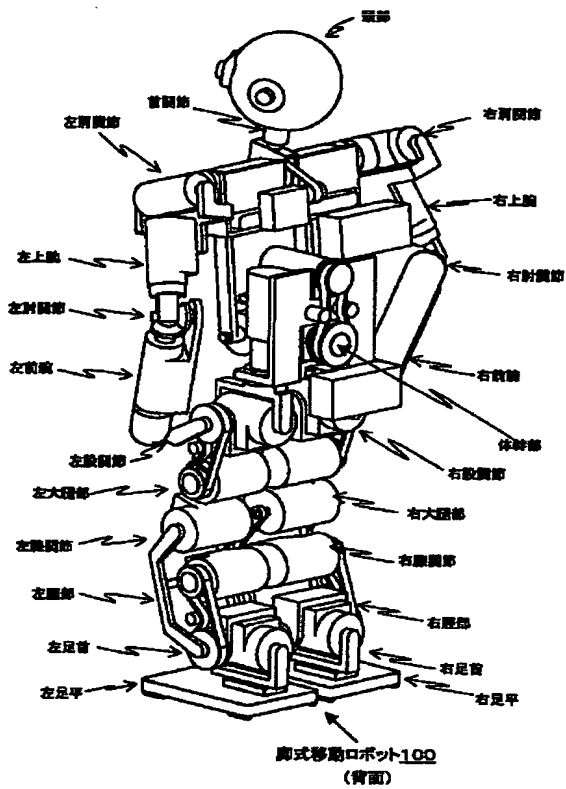
【符号の説明】

- 1…頭部, 2…首関節ヨー軸
- 3…首関節ピッチ軸, 4…首関節ロール軸
- 5…体幹ピッチ軸, 6…体幹ロール軸
- 7…体幹ヨー軸, 8…肩関節ピッチ軸
- 9…肩関節ロール軸, 10…上腕ヨー軸
- 11…肘関節ピッチ軸, 12…前腕ヨー軸
- 13…手首関節ピッチ軸, 14…手首関節ロール軸
- 15…手部, 16…股関節ヨー軸
- 17…股関節ピッチ軸, 18…股関節ロール軸
- 19…膝関節ピッチ軸, 20…足首関節ピッチ軸
- 21…足首関節ロール軸, 22…足部（足底）
- 100…脚式移動ロボット
- 200…思考制御モジュール
- 201…バス・インターフェース
- 211…CPU, 212…RAM, 213…ROM
- 214…外部記憶装置
- 251…画像入力装置（CCDカメラ）
- 252…音声入力装置（マイク）
- 253…音声出力装置（スピーカ）
- 254…通信インターフェース
- 300…運動制御モジュール
- 301…バス・インターフェース
- 311…CPU, 312…RAM, 313…ROM
- 314…外部記憶装置, 351…姿勢センサ
- 352, 353…接地確認センサ
- 354…電源制御装置

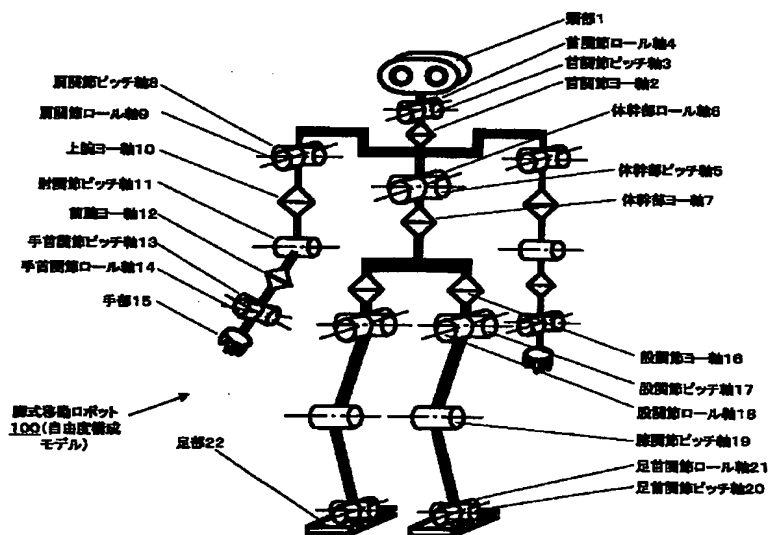
【図1】



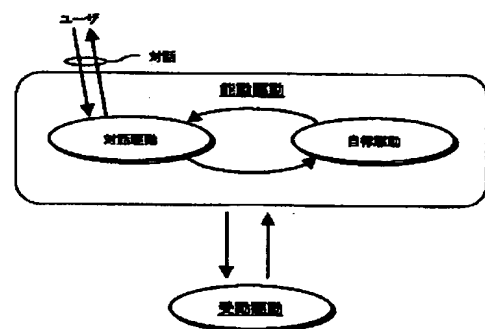
【図2】



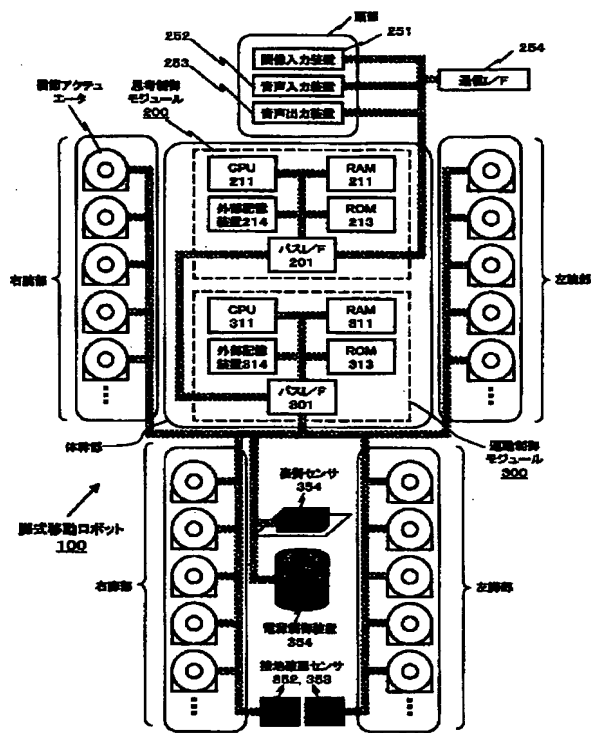
【図3】



【図8】



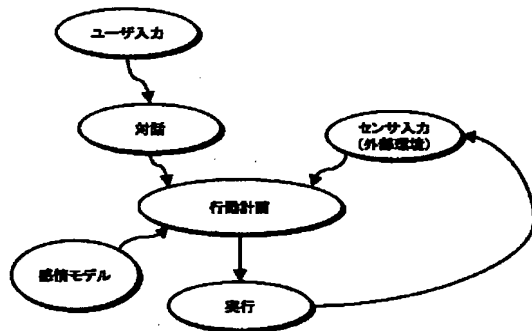
【図4】



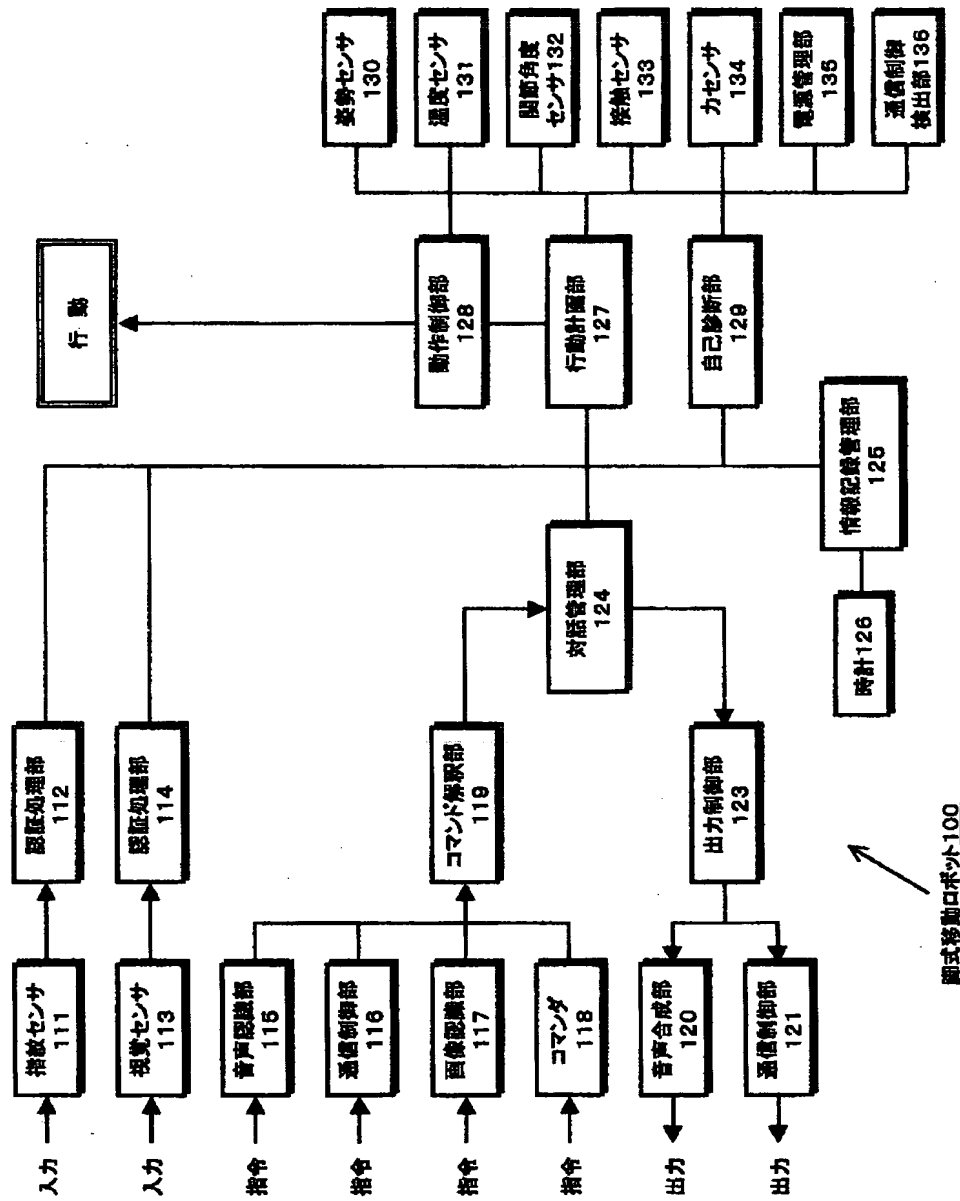
【図7】

時刻	ユーザ 送信情報	対話内容	行動計画	動作モード	行動結果 自己評価結果
----	-------------	------	------	-------	----------------

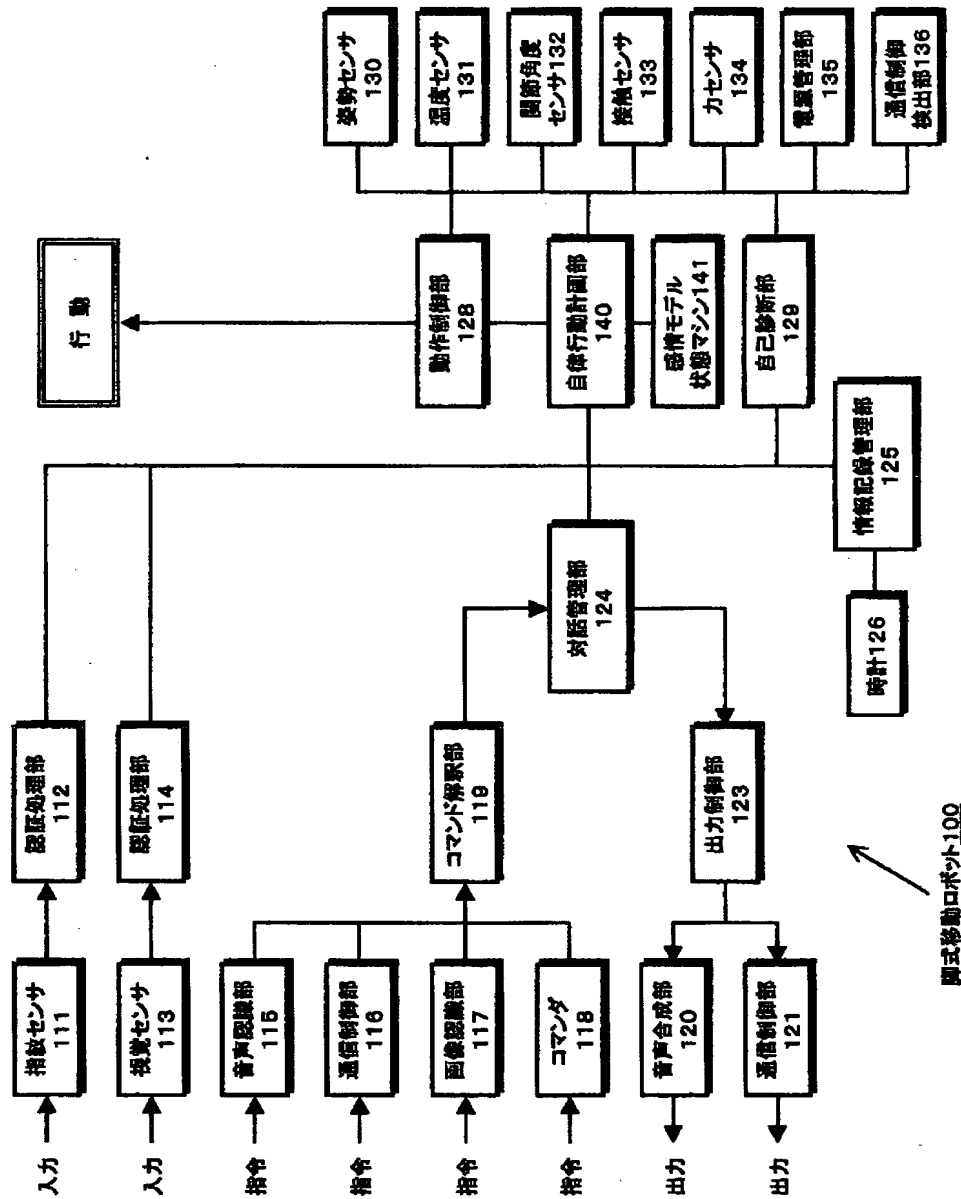
【図9】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
 G 0 5 B 19/4155
 G 0 6 N 3/00

識別記号
 5 5 0

F I
 G 0 5 B 19/4155
 G 0 6 N 3/00

テーマコード(参考)
 S
 5 5 0 E

F ターム(参考) 3F059 AA00 BA02 BB06 BC07 CA05
CA06 DA02 DA05 DA09 DB02
DB09 DC01 DC04 DC07 DD01
DD08 DD11 DD18 FA03 FA05
FB01 FB13 FB17 FB29 FC02
FC03 FC06 FC13 FC14 FC15
5H004 GA26 GB16 HA07 HB07 KD56
KD58
5H269 AB21 AB33 BB03 BB09 BB11
CC09 GG01 MM07 PP02 QE34
QE37
9A001 BB04 BB06 DZ15 FZ04 GZ09
HH05 HH19 HH34 HZ10 HZ15
HZ20 HZ22 HZ23 KK32 KK37
KK62 LL06

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.